Interface des sockets

IUT Bordeaux I

A quoi servent les sockets ?

- Applications client/serveur
  - Transfert de fichiers, Connexion à distance, Courrier électronique, Groupe de discussions, Web, Jeux en réseau, etc.
- Applications réparties
  - Java RMI, CORBA, .NET Remoting

Comment implémenter de telles applications :

les sockets

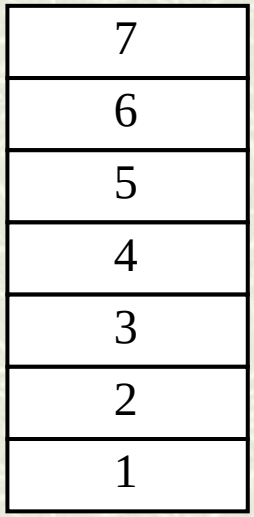
Le paradigme de communication Client/Serveur

- Interaction client/serveur
  - Requête envoyée par le client suivie d'une réponse envoyée par le serveur
  - Demande d'exécution d'un traitement à distance et réception de la réponse
- « Appel procédural » avec appelant et appelé non situés sur la même machine

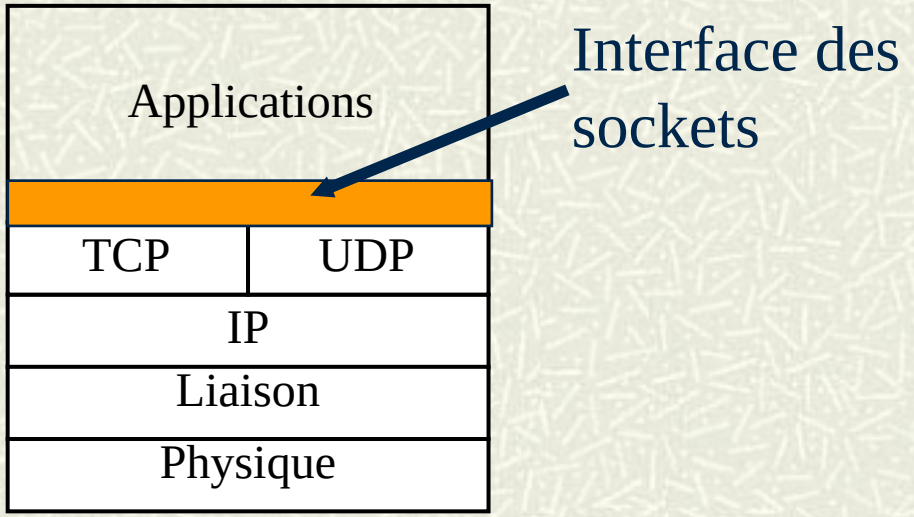
Les sockets

- Mécanisme de communication bidirectionnel inter-processus
- Présent dans tous les systèmes exploitation
  - 1983: L'université de Berkeley lance le BSD 4.2 incluant d'origine le protocole de communication TCP/IP et l'interface des sockets.
- Interface applicative
  - Interface entre les couches application et transport
  - Ensemble de primitives : socket, connect, write, read, close, bind, listen, accept…
  - Adaptée aux protocoles TCP et UDP…

Découpage en couches



Modèle OSI



Modèle TCP/IP

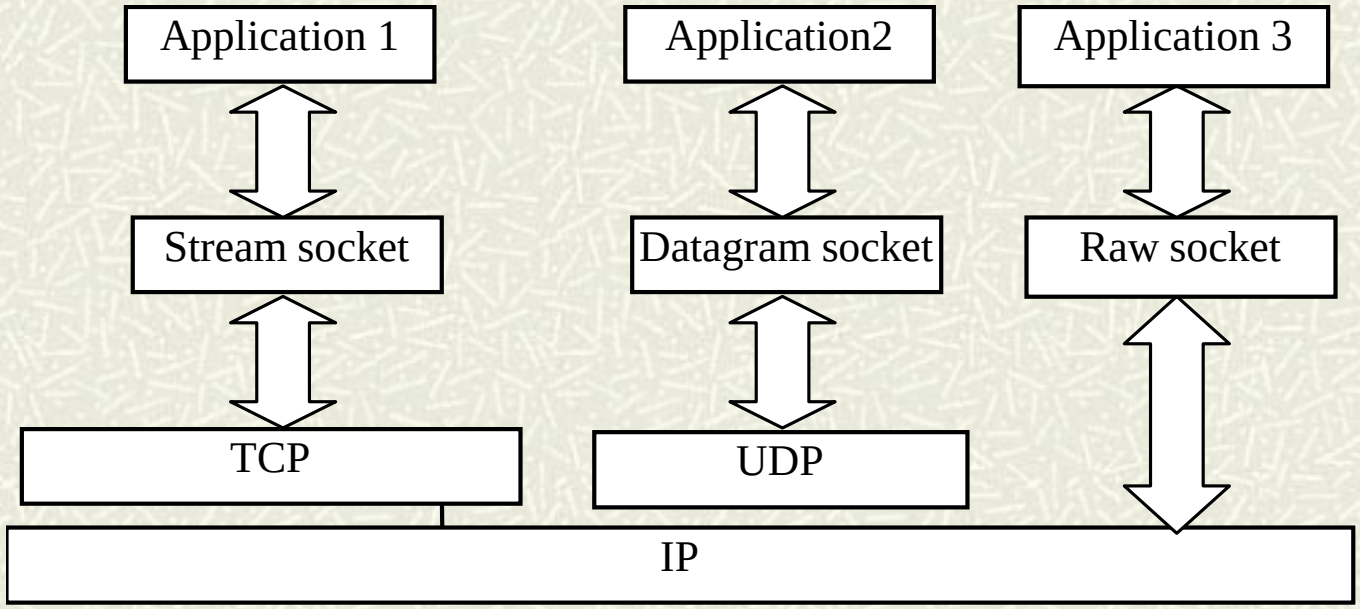
Attributs des sockets

- un nom
  - Descripteur de fichier
- un type
  - SOCK_STREAM : mode connecté, remise fiable (TCP/IP)
  - SOCK_DGRAM : mode datagramme, non connecté + remise non fiable (UDP/IP)
  - RAW : mode caractère (pour accès direct aux couches inférieures comme IP)
- associé à un processus
- une adresse (adresse IP + n° port)

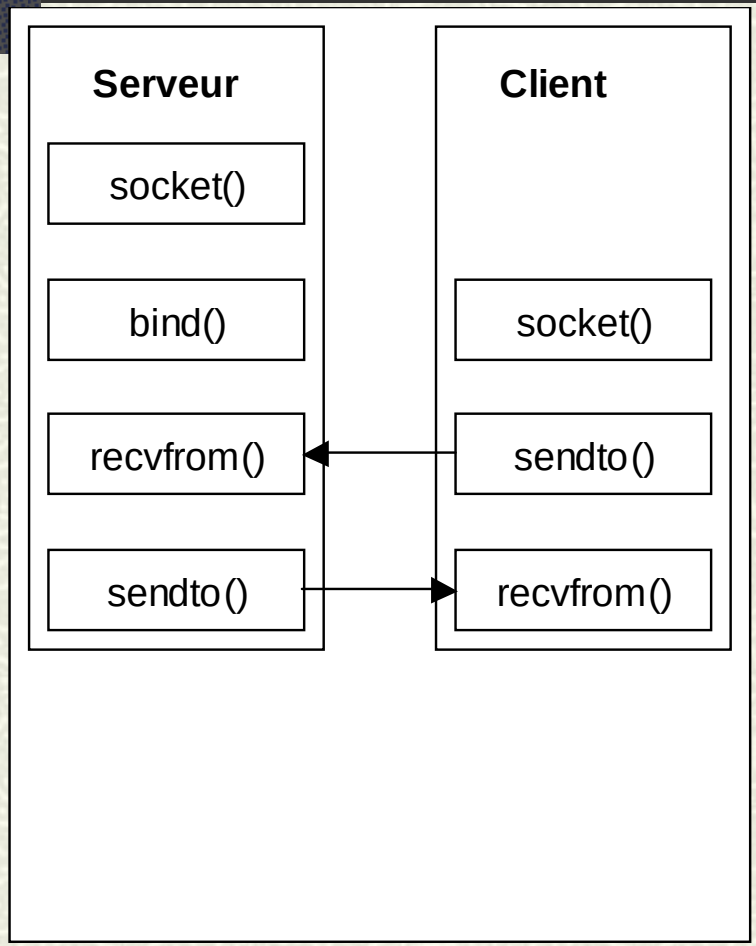
Interface des sockets

Généralités

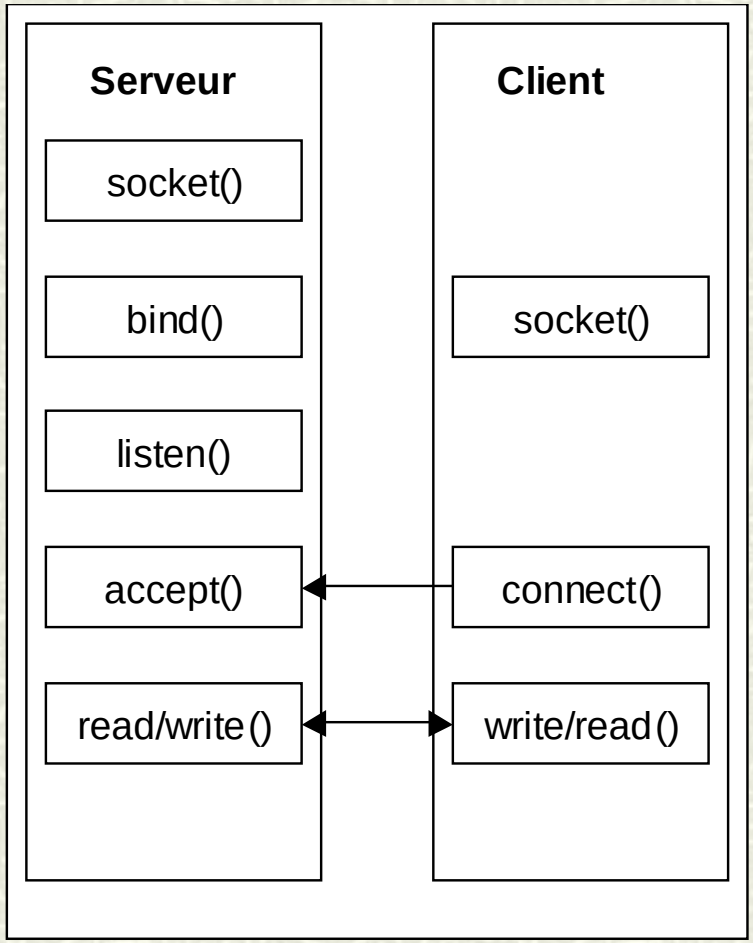
Types de socket et protocoles



Modes de dialogue et primitives



Dialogue client/serveur en mode datagramme



Dialogue client/serveur en mode connecté

Structure de données

```
#include <sys/types.h>    //Bibliothèques requises
#include <sys/socket.h>

struct sockaddr {
   unsigned short sa_family; //famille de protocole pour cette adresse
   char  sa_data[14];          // 14 octets d'adresse
   }

struct sockaddr_in {          // _in pour Internet
   short sin_family;          //famille de protocole pour cette adresse
   u_short sin_port;          //numéro de port (0=port non utilisé)
   struct in_addr sin_addr; //adresse IP
   char  sin_zero[8];         //non utilisé
   }

struct in_addr {
   u_long s_addr; //soit 4 octets : bien pour une adresse IP !
   };
```

Création & fermeture

- **`int socket(int af, int type, int protocole)`**
  - création d'une structure de donnée (appelée socket) permettant la communication,
  - af = famille de protocole (TCP/IP, ou d'autres...)
    - AF_INET :domaine Internet (domaine que nous utiliserons)
    - AF_UNIX :domaine UNIX (pour donner un autre exemple)
  - type = SOCK_STREAM, SOCK_DGRAM, RAW
  - protocole : 0 pour protocole par défaut (voir <netinet/in.h>)
  - Retourne :
    - un descripteur de socket
    - -1 si erreur
- **`close(int socket)`**
  - Ferme la connexion et supprime la structure de données «socket» associée
- **`shutdown(int socket, int how)`**
  - how: 0/1/2 pour réception interdite/émission interdite/réception&émission interdite

Spécification d'adresse locale

- **`int bind(int socket, struct sockaddr * adresse-locale, int longueur-adresse)`**
  - Associe un numéro de port et une adresse locale à une socket, retourne –1 si erreur.
  - socket = descripteur de socket
  - adresse-locale = structure qui contient l'adresse (adresse IP + n° de port)
    - Si n° de `port=0`
      - choix d'un numéro de port non utilisé
    - Si `adresse IP = INADDR_ANY`:
      - utilisation de l'adresse IP de la machine
  - longueur-adresse : `sizeof(struct sockaddr)`

Diverses primitives utile 1/1

- **`struct hostent gethostbyname(char *name)`**
  - pour traduire un nom de machine en adresse IP

```
struct hostent *h;
h=gethostbyname("stargate.ist.ga");
printf("adresse IP: %s\n",
        inet_ntoa(*((struct in_addr *)h->h_addr)));
```

- **`getsockname(int desc, struct sock_addr * p_adr, int * p_longueur)`**
  - pour récupérer l'adresse effective d'une socket (après bind)

Diverses primitives utiles 2/2

- Conversion Network Byte Order (68000) – Host Byte Order (Intel)
  - **`htons()`: 'Host to Network Short'**
  - **`htonl()`: 'Host to Network Long'**
  - **`ntohs()`: 'Network to Host to Short'**
  - **`ntohl()`: 'Network to Host to Long'**
- **ATTENTION**: toujours mettre les octets dans l'ordre 'Network Order' avant de les envoyer sur le réseau
- **`in_addr inet_addr(char *)`**
  - Convertit une adresse 'ASCII' en entier long signé (en Network Order)
  - socket_ad.sin_addr.s_addr = **inet_addr**("172.16.94.100")
- **`char * inet_ntoa(in_addr)`**
  - Convertit entier long signé en une adresse 'ASCII'

```
char *ad1_ascii;
ad1_ascii=inet_ntoa(socket_ad.sin_addr),
printf("adresse: %s\n",ad1_ascii);
```

Interface des sockets

Mode connecté

Communication en mode connecté

- Dissymétrie lors de la connexion
  - Le serveur attend…
  - Le client demande une connexion
- Symétrie dans l'échange d'informations
  - Le client ou le serveur peut
    - envoyer/recevoir des informations
    - Demander la fin de la connexion
- Echange d'un flot continu de caractères
  - Pas de structure en message

Connexion TCP

- **`connect(socket,adr-destination,longueur-adr)`**
  - Côté client
  - Pour établir une connexion TCP avec le processus serveur
  - L'adresse IP et le numéro de port sont spécifiés
  - Appel bloquant jusqu'à la fin de la prise en compte de la connexion par le serveur

    (configuration par défaut, peut-être modifiée…)

Création d'une file d'attente

- `listen(int socket, int lgr-file)`
  - Côté serveur
  - crée une file d'attente pour les demandes de connexion
  - Place la socket en 'mode connexion'
  - lgr-file indique le nombre maximal de demandes de connexion autorisées dans la file (5, 10 ou 20)
  - file d'attente exploitée par la primitive accept.

Acceptation d'une connexion TCP

- newsock = **accept** (socket, adresse, lgr-adresse)
  - côté serveur
  - prise en compte d'une demande de connexion entrante sur un socket de 'connexion'.
  - primitive bloquante
  - newsock : nouveau descripteur de socket sur laquelle s'effectuera l'échange de données
  - adresse : adresse du client.
  - Le processus peut traiter lui-même la nouvelle connexion, puis revenir à accept, ou bien se répliquer (fork() en UNIX) pour la traiter, le processus père étant toujours à l'écoute.

Lecture-Ecriture TCP

- **write**(socket, tampon, longueur)
  read(socket, tampon, longueur)
  - Envoie/reçoit des données sur une connexion TCP
  - Plus besoin de l'adresse émetteur/destinataire !

Exemple de dialogue (connecté)

- Sur le serveur
  - socket()
  - bind() : nommage
  - listen()
  - accept()
  - read() | write()
- Sur le client

Créer une socket :socket()
Connecter la socket au serveur:connect()
Tant que pas fini
envoyer une requête:write()
lire la réponse:read()
traiter la réponse
Fermer la socket :close()

Source Socket
Mode connecté

Bigben–Serveur

```
int main(int argc, char * argv[])
{
  int fdTravail, port;
...
/* initialisation du service */
  port=atoi(argv[1]);
  fd=init_service(port);
/* gestion des connexions de clients */
  while(1) {
/* acceptation d'une connexion */
    fdTravail=accept(fd,NULL,NULL);
    if (fdTravail<=0) FATAL("accept");

    if (fork()==0) { /* fils : gestion du dialogue avec client */
      close(fd);
      travail_fils(fdTravail);
      close(fdTravail);
      exit(0);
    }
    else { /* pere : repart a l'ecoute d'une autre connexion */
      close(fdTravail);
    }
  }
}
```

```
int init_service(int port)
{
  int fdPort;
  struct sockaddr_in addr_serveur;
  socklen_t lg_addr_serveur = sizeof addr_serveur;

/* creation de la prise */
  fdPort=socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
  if (fdPort<0) FATAL("socket");
/* nommage de la prise */
  addr_serveur.sin_family      = AF_INET;
  addr_serveur.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
  addr_serveur.sin_port        = htons(port);
  if (bind(fdPort,(struct sockaddr *)&addr_serveur, lg_addr_serveur) < 0)
              FATAL("bind");
/* Recuperation du nom de la prise */
  if (getsockname(fdPort,(struct sockaddr *)&addr_serveur,
   &lg_addr_serveur) < 0)
              FATAL("getsockname");
/* Le serveur est a l'ecoute */
  printf("Le serveur ecoute le port %d\n",ntohs(addr_serveur.sin_port));
/* ouverture du service */
  listen(fdPort,4);
  return fdPort;
}
```

```
void travail_fils(int fdTravail)
{
  long horloge;
  struct tm *temps;
  char tampon[2];
  int h,m,s;

  /* preparation de la reponse */
  time(&horloge);
  temps=localtime(&horloge);
  h = temps->tm_hour;
  m = temps->tm_min;
  s = temps->tm_sec;

  /* envoi de la reponse */
  sprintf(tampon, "%02d", h);
  write(fdTravail,tampon,2);
  sprintf(tampon, "%02d", m);
  write(fdTravail,tampon,2);
  sprintf(tampon, "%02d", s);
  write(fdTravail,tampon,2);
}
```

Bigben–Client

```
...

int main(int argc, char * argv[])
{
  int port;
  char *hostname;

...

  /* ouverture de la connexion */
  hostname=argv[1];
  port=atoi(argv[2]);
  fd=connexion(hostname,port);

  /* travail */
  travail(fd);

  close(fd);
  exit(0);
}
```

```
int connexion(char *hostname, int port)
{
  int fdPort;
  struct sockaddr_in addr_serveur;
  socklen_t lg_addr_serveur = sizeof addr_serveur;
  struct hostent *serveur;

  /* creation de la prise */
  fdPort=socket(AF_INET,SOCK_STREAM,0);
  if (fdPort<0) FATAL("socket");

  /* recherche de la machine serveur */
  serveur = gethostbyname(hostname);
  if (serveur == NULL) FATAL("gethostbyname");

  /* remplissage adresse socket du serveur */
  addr_serveur.sin_family      = AF_INET;
  addr_serveur.sin_port        = htons(port);
  addr_serveur.sin_addr        = *(struct in_addr *) serveur->h_addr;

  /* demande de connexion au serveur */
  if (connect(fdPort,(struct sockaddr *)&addr_serveur, lg_addr_serveur) < 0)
      FATAL("connect");
  return fdPort;
}
```

```
void travail(int fd)
{
  char h[3],m[3],s[3];

  /* recuperation reponse du serveur */
  if (read(fd,h,2) != 2) FATAL("read h");
  h[2]='\0';
  if (read(fd,m,2) != 2) FATAL("read m");
  m[2]='\0';
  if (read(fd,s,2) != 2) FATAL("read s");
  s[2]='\0';

  printf("Il est %s:%s:%s sur le serveur\n",h,m,s);
}
```

Source Socket
Mode connecté
Avec fichier de haut niveau

Bigben–Serveur–Fichier de haut niveau

```
/* Taille maximale d'une ligne envoyee par serveur */
#define TAILLEMAXLIGNE 8
int main(int argc, char * argv[])
{
  int fdTravail, port;
  FILE *out;
...
  /* gestion des connexions de clients */
  while(1) {
    /* acceptation d'une connexion */
    fdTravail=accept(fd,NULL,NULL);
    if (fdTravail<=0)
      FATAL("accept");

    if (fork()==0) { /* fils : gestion du dialogue avec client */
      close(fd);
      /* Ouverture de fichiers de haut niveau (cf. polycop systeme) */
      out = fdopen(fdTravail,"w");
      /* travail */
      travail_fils(out);
      close(fdTravail);
      exit(0);
    }
    else { /* pere : repart a l'ecoute d'une autre connexion */
      close(fdTravail);
    }
  }
}
```

```
void ecrireligne(FILE *out, char ligne[])
{
  fprintf(out,"%s\n",ligne);
  fflush(out);
}

void travail_fils(FILE *out)
{
  long horloge;
  struct tm *temps;
  char tampon[TAILLEMAXLIGNE];
  int h,m,s;

  /* preparation de la reponse */
  time(&horloge);
  temps=localtime(&horloge);
  h = temps->tm_hour;
  m = temps->tm_min;
  s = temps->tm_sec;

  /* envoi de la reponse */
  sprintf(tampon, "%02d", h);
  ecrireligne(out,tampon);
  sprintf(tampon, "%02d", m);
  ecrireligne(out,tampon);
  sprintf(tampon, "%02d", s);
  ecrireligne(out,tampon);
}
```

Bigben–Client–Fichier de haut niveau

```
/* Taille maximale d'une ligne recue du serveur */
#define TAILLEMAXLIGNE 8

int main(int argc, char * argv[])
{
  int port;
  char *hostname;
  FILE *in;

...

  /* ouverture de la connexion */
  hostname=argv[1];
  port=atoi(argv[2]);
  fd=connexion(hostname,port);

  /* Ouverture de fichiers de haut niveau (cf. polycop systeme) */
  in  = fdopen(fd,"r");

  /* travail */
  travail(in);

  close(fd);
  exit(0);
}
```

```
char *lireligne(FILE *in, char ligne[])
{
  char *p;
  p = fgets(ligne,TAILLEMAXLIGNE,in);
  /* la lecture s'arrête après \n */
  return p;
}
```

Affichage :

```
13
:15
:25
```

```
void travail(FILE *in)
{
  char h[TAILLEMAXLIGNE],m[TAILLEMAXLIGNE],s[TAILLEMAXLIGNE];
  /* recuperation reponse du serveur */
  lireligne(in,h);
  lireligne(in,m);
  lireligne(in,s);
  printf("Il est %s:%s:%s sur le serveur\n",h,m,s);
}
```